

ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертационную работу Двужилова Антона Сергеевича «Закономерности упругопластического деформирования латуни Л63 при сложном нагружении по ломанным гладким траекториям постоянной кривизны», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.8 «Механика деформированного твердого тела»

Актуальность

Высоконагруженные детали современных конструкций энергетического машиностроения, авиационной и ракетно-космической техники работают в условиях изменяющегося в зависимости от параметров рабочего цикла сложного напряженно-деформированного состояния. Для проектирования этих конструкций необходимо знать характер изменения механических свойств конструкционных материалов (напряжений и деформаций) при произвольных программах деформирования и иметь математические модели, описывающие эти явления. Законы изменения механических свойств изучаются экспериментально, причем для различных конструкционных материалов они могут отличаться, поэтому важно проведение экспериментальных исследований для многокомпонентных сплавов на основе основного металла с добавлением легирующих элементов. Латунь является характерным сплавом такого типа. Учитывая, что латунь применяют при изготовлении широкого спектра ответственных деталей изучение механических характеристик необходимо. Поэтому тему диссертационной работы А.С. Двужилова, посвященной изучению закономерностей деформирования сплава Л63 при испытаниях по траекториям сложного нагружения, следует считать актуальной.

Содержание

Диссертационная работа изложена на 189 страницах, содержит 82 рисунка и одну таблицу. Текст состоит из Введения, четырех глав, основных результатов и выводов, списка литературы, включающего 181 наименование. **Во введении** традиционно изложены, заявленные автором, положения об актуальности и цель исследования, структура диссертации и выносимые на защиту: научная новизна и практическая значимость результатов работы.

В первой главе автор привел краткий исторический обзор развития теории пластичности. Намерение автора дать представление о начальном этапе развития о состоянии проблемы, следует оценить положительно. Автор отмечает, что ученые из многих стран создавали модели пластичности, опираясь на экспериментальные результаты при испытании образцов из кон-

струкционных материалов. При этом показано, что большинство результатов было получено при испытаниях трубчатых образцов. Автор определил роль экспериментальных и теоретических работ школы члена-корреспондента АН СССР профессора А.А. Ильюшина в общем мировом потоке работ по теории пластичности. На основе этих работ создано новое направление в теории пластичности - общая математическая теория упругопластических процессов. В обзоре автор кратко дал представление о вкладе ряда ученых в развитие теории упругопластических процессов. Отмечено, что подтверждение основных положений теории упругопластических процессов основывается на результатах испытаний трубчатых образцов по сложным траекториям деформирования.

Во второй главе автор кратко показал историю возникновения вариантов деформационной теории пластичности и теории упругопластического течения. Причем четко прослеживается, что разработчики математических моделей стремились описать эффекты, которые наблюдали при проведении экспериментов по испытанию трубчатых образцов по сложным траекториям деформирования. Конспективно автор показал, что эти две основные теории существовали в дифференциальной форме и для простого нагружения приводили к близким результатам. Отличия возникли при описании сложных траекторий деформирования. Границу раздела впервые получили Б. Будянский и С. Батдорф. Проблема заключалась в том, что происходит с границей между упругой и пластической зоной (в частном случае – поверхностью текучести) при сложном деформировании. Нормален ли к ней вектор приращения деформаций (справедлив ли ассоциированный закон пластического течения)? На этом закончена теория пластического течения, а теория процессов нет. Попытки внести поправки в теории, не затрагивая гипотезы разгрузки и ортогональности к поверхности текучести вектора приращения пластических деформаций, привели к разработке большого числа вариантов теории упругопластического течения.

Автор диссертации рассмотрел подходы описания процессов кинетики напряжений и деформаций при испытаниях тонкостенных трубчатых образцов по траекториям сложного деформирования. Основываясь на работах А.А. Ильюшина и В.Г. Зубчанинова, диссертант получил уравнения для расчета параметров процесса деформирования в терминологии теории упругопластических процессов, не требующей ограничений теории пластического течения. В теоретической части диссертационной работы рассмотрены разные варианты траекторий деформирования с целью получить зависимости для управления испытаниями образцов и проверки соответствия результатов экспериментов положениям теории упругопластических процессов

Третья глава. Основная цель диссертационной работы автора заключается в проверке справедливости теории упругопластических процессов на примере испытаний тонкостенных трубчатых образцов из латуни Л63. Это возможно только на основании результатов экспериментов на сложное деформирование. Автор диссертационной работы описывает образцы из латуни, оборудование, на котором будут проведены эксперименты, структуру материала. Текст главы изложен профессионально и дает полное представление о возможностях комплекса СЧ-ЭВМ. Информация о точности оборудования, детальное описание образцов, структуры материала оснастки и оборудования позволяет предположить, что испытания выполнены качественно и позволят получить **достоверные** результаты с заданной точностью.

Четвертая глава содержит основные результаты диссертационной работы. Автор выполнил большое число оригинальных экспериментов. При анализе результатов диссертант отмечает, что поведение материала существенно зависит от угла излома траектории. Определенный интерес представляют результаты, демонстрирующие, что при повороте траектории возможна упругая разгрузка с последующим упругопластическим деформированием в направлении поворота ломаной. К сожалению, только некоторые экспериментальные результаты сопровождались сравнением с результатами математического моделирования для плоских траекторий с изломом (Рис. 4.3, 4.9, 4.16). Результаты испытаний по сложным гладким траекториям приведены без сравнения с результатами математического моделирования. Следует отметить, что многие результаты испытаний оцифрованы и приведены в Приложении 3. Ценность этого Приложения несомненна. Эти материалы могут стать в дальнейшем основой для проведения исследований по верификации различных вариантов теории пластичности при математическом моделировании экспериментов.

Научная новизна. Диссертация А.С. Двужилова содержит результаты испытаний тонкостенных трубчатых образцов из латуни Л63. Эти оригинальные испытания, предназначенные для изучения отклика напряженно деформированного состояния металлического сплава - латуни при деформировании по различным сложным траекториям позволили автору наблюдать ряд эффектов, предсказываемых теорией упругопластических процессов. Результаты испытаний и выводы автора обладают научной новизной.

Практическая значимость работы диссертанта несомненна. Методика проведения экспериментального исследования, обеспечение условий сохранения формы образцов при повороте траектории деформирования представляют интерес для исследователей, занимающихся проблемами изучения свойств конструкционных материалов при сложных траекториях деформиро-

вания. Результаты экспериментов, представленные в Приложении, могут стать основой теоретических работ по верификации моделей пластичности.

Замечания

1. К сожалению, текст диссертации, особенно первой и второй глав, содержит опечатки и неточности в библиографических ссылках, на которые автору указано. На наш взгляд, ряд библиографических ссылок в первой главе излишен и не соответствует основной цели диссертационной работы. Можно посоветовать автору после существенной редакции использовать материал первой и второй глав при разработке учебного пособия.
2. Определенное замечание следует сделать по оформлению работы. Автор включил в текст работы большое число графических результатов. Автоматический перенос графики с экрана ЭВМ без коррекции толщин линий в некоторых случаях затрудняет оценку результатов работы. Аналогичное замечание можно сделать и по представлению результатов в Приложении 3. Создается впечатление, что включены без обработки распечатки результатов. Оппонент не нашел ссылки на это приложение в тексте диссертации и описания, содержащейся в приложении информации.
3. В выводах автор не привел оценки соответствия результатов основным положениям теории А.А. Ильюшина. Есть угол запаздывания, нырки и обратная пластичность, но как они соотносятся с постулатами изотропии и компланарности? Возникает ли при повороте траектории деформирования на 90 градусов участок нейтрального нагружения? Как идет процесс разгрузки при изломе траектории на 135 градусов? В экспериментальных материалах диссертации ответы на эти вопросы есть.

Заключение

1. Автореферат диссертационной работы дает представление о ее содержании.
2. Основные результаты работы доложены на ряде конференций. По результатам работы опубликовано 8 статей, в том числе: две в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации материалов диссертационных работ; 6 статей в других журналах и сборниках.
3. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 1.1.8 «Механика деформируемого твердого тела»; п.13 – экспериментальные методы исследования процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях.

Диссертант Двужиллов Антон Сергеевич выполнил оригинальное исследование, получил результаты, обладающие научной новизной и имеющие практическое значение. Замечания не затрагивают общую положительную оценку диссертационной работы. Считаю, что диссертационная работа соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор А.С. Двужиллов заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.8 «Механика деформируемого твердого тела».

Официальный оппонент
д.т.н., проф., Главный научный сотрудник отдела «САПР и математическое моделирование ГТД» ФАУ «Центральный институт авиационного моторостроения» им. П.И. Баранова,
111116, Москва, Авиамоторная 2:
Тел: 8 495 3616482,
e-mail: yntemis@ciam.ru

Темис Юрий Моисеевич

04.06.2024г.

Подпись Главного научного сотрудника отдела «САПР и математическое моделирование ГТД» Темиса Ю.М. подтверждаю

Начальник отдела
Кадрового администрирования
О.И. Донская

